

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PTO

09/996557



Priority  
K. J. Ogas  
1/29/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年12月 1日

出願番号  
Application Number:

特願2000-367314

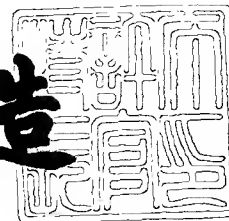
出願人  
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年11月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3096851

【書類名】 特許願

【整理番号】 47500385

【提出日】 平成12年12月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/42  
G02B 6/26

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 小黒 守

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光能動素子と光導波路とが結合されてなる光モジュールにおいて、

前記光導波路の前記光能動素子と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が一様に増加または減少するように構成されたスポットサイズ変換部が設けられていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 前記光能動素子は発光素子であり、

前記スポットサイズ変換部は、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記発光素子側ほど小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】 前記光能動素子は受光素子であり、前記スポットサイズ変換部は、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 4】 前記光導波路と前記光能動素子との結合部分に、前記光導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 5】 前記光導波路は、一本の単一モード導波路が第 1 および第 2 の分岐導波路に分岐された Y 分岐型光導波路であり、

前記光能動素子は、

前記第 1 の分岐導波路と結合される発光素子と、

前記第 2 の分岐導波路と結合される受光素子とを有し、

前記スポットサイズ変換部は、

前記第 1 の分岐導波路の前記発光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記発光素子側ほど小さくなるように構成された第 1 のスポットサイズ変換部と、

前記第 2 の分岐導波路の前記受光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成され

た第2のスポットサイズ変換部とを有することを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項6】 前記単一モード導波路と光ファイバとの結合部分に、前記単一モード導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項5に記載の光モジュール。

【請求項7】 前記光導波路は、一本の単一モード導波路が第1および第2の分岐導波路に分岐されたY分岐型光導波路であり、

前記光能動素子は、

前記第1の分岐導波路と結合される発光素子と、

前記単一モード導波路と結合される受光素子とを有し、

前記スポットサイズ変換部は、

前記第1の分岐導波路の前記発光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記発光素子側ほど小さくなるように構成された第1のスポットサイズ変換部と、

前記単一モード導波路の前記受光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成された第2のスポットサイズ変換部とを有し、

前記単一モード導波路と前記第1の分岐導波路との間に設けられ、前記発光素子から発せられる第1の波長の光を前記第2の分岐導波路の方向へ反射し、前記第2の分岐導波路を導波する前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を透過する波長選択手段を有することを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項8】 前記第2の分岐導波路と光ファイバとの結合部分に、前記第2の分岐導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項7に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システムに用いられる光モジュールに関する。

【0002】

## 【従来の技術】

近年、光通信システムにおいて、P L C (Planar Lightwave Circuit) を用いた、レーザダイオード (L D)、フォトダイオード (P D)、電気素子を集積した光モジュールの開発が進んでいる。例えば、1997年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会C-3-6や特開平9-191152号公報には、導波路基板上に発光素子 (L Dなど)、受光素子 (F Dなど) を実装した光モジュールが提案されている。

## 【0003】

図10は、上記文献に開示されている光モジュールの概略構成を示す斜視図である。この光モジュールは、導波路104~107が形成された導波路基板101上に発光素子102、受光素子108、109が実装されたものである。導波路104~107は、全体で対称Y分岐構造の導波路を構成する。すなわち、この対称Y分岐導波路は、1本の単一モード導波路部 (導波路104)、導波路がおおよそ2倍に広がるテーパ部 (導波路105)、同一寸法の2本の単一モード導波路からなる分岐導波路部 (導波路106、107) からなる。導波路104の端面は、外部へ送信光を導くまたは外部からの受信光が導かれる光ファイバの端面に光学的に結合される。導波路106の端面は、発光素子102の一方の発光面に光学的に結合され、導波路107の端面は、受光素子109の受光面に光学的に結合されている。受光素子108は送信モニタ用の受光素子であって、その受光面が発光素子102の他方の発光面 (裏面) に面するように設けられている。

## 【0004】

この光モジュールでは、発光素子102の一方の発光面から出射した光は導波路106、105、104を順次伝搬して出力され、該出力光が光ファイバを介して外部へ伝搬される。一方、光ファイバからの入力光は、導波路104、105、107を順次伝搬して受光素子109の受光面に入射し電気信号に変換される。発光素子102の裏面から出射した光は、送信モニタ用の受光素子108で受光され、送信モニタとして用いられる。

## 【0005】

上記のような光モジュールを光ファイバを介して相互に接続することで、双方  
向通信が可能となる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

光モジュールにおいて、高光出力、高受光感度、低コスト化は不可欠であり、  
これを達成するための重要な課題の1つに、発光素子や受光素子などの光能動素  
子と導波路との間および光ファイバと導波路との間の高効率な結合が挙げられる  
。

【 0 0 0 7 】

一般に、光ファイバや光導波路は入射光線の導波される受光角が定まっており  
、その受光角を超えて入射した光線は導波されず、光損失となる。例えば、光フ  
ァイバであれば、受光角は単一モード系で～5度、多モード系で～12度である  
。このため、例えば、発光素子と光導波路との間において高効率な結合を行うに  
は、発光素子からの送信光を定められた受光角内で導波路に効率良く入射させて  
光結合損失を低く抑える必要がある。しかしながら、上述した従来の光モジュー  
ルでは、そのような構成を有していないため、この点においてまだまだ改善の余  
地が残されていた。

【 0 0 0 8 】

なお、レンズや先球ファイバ（光ファイバの先端部が球状に加工されたもの）  
などの微小光学系を用いて、LDの大きな広がり角を光導波路の小さな受光角に  
変換することで、LDと導波路の結合効率を高めるようにしたものが提案されて  
いるが、この場合は、レンズなどの部品が増えるとともに、組み立て時の工程数  
が増えることになるため低コスト化の面で問題となる。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、上記課題を解決し、光能動素子と導波路との高効率な結合を  
簡単に実現することができる光モジュールを提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の光モジュールは、光能動素子と光導波路と

が結合されてなる光モジュールにおいて、前記光導波路の前記光能動素子と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が一様に増加または減少するように構成されたスポットサイズ変換部が設けられていることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 1 】

以下、本発明の作用について述べる。

#### 【 0 0 1 2 】

一般に、光導波路の場合、コアとクラッドの屈折率差が大きいので、光導波路を導波する光のスポットサイズはサブミクロンオーダーと極めて小さい。ここで、スポットサイズとは、光の界分布をガウシアン分布で近似した場合に、そのパワー分布がピーク値の  $1/e^2$  になる幅（半値幅）をいう。スポットサイズが  $W_1$  と  $W_2$  の2つのガウシアンビームが結合する場合の結合効率  $\eta$  は、

$$\eta = 4 / (W_1 / W_2 + W_2 / W_1)^2 \quad (1)$$

で表わせる。上記式（1）から、2つの光導波路間の結合損失を低減するには、両光導波路を導波する光のスポットサイズを一致させればよいことが分かる（河野健治著「光デバイスのための光結合系の基礎と応用」（現代工学社）参照）。

#### 【 0 0 1 3 】

光導波路の受光角はスポットサイズに反比例する。すなわち、スポットサイズを小さくすると受光角（また出射される光の広がり角）が大きくなり、反対にスポットサイズを大きくすると受光角（また出射される光の広がり角）が小さくなる。本発明では、これを利用することで光能動素子と導波路との間の高効率な結合が達成される。

#### 【 0 0 1 4 】

導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が発光素子側ほど小さくなるように構成されているスポットサイズ変換部では、光導波路のスポットサイズが絞られることとなるので、例えばLDの大きな広がり角を光導波路の小さな受光角に変換することができる。

#### 【 0 0 1 5 】

導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が受光素子側ほど大きくなるように構



成されているスポットサイズ変換部では、光導波路のスポットサイズが拡大されることになるので、光導波路から出射される光の広がり角が小さくなり、結果、受光素子への入射効率が高くなる。

#### 【 0 0 1 6 】

上述のスポットサイズ変換部は、導波路構造であるため、光導波路と一緒に作り込むことが可能であり、作製工程数の増加を招くことはない。

#### 【 0 0 1 7 】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の光モジュールの実施形態について図面を参照して説明する。

#### 【 0 0 1 8 】

##### （実施形態 1）

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。この光送受信モジュールは、導波路 4 ～ 7、発光素子搭載部 1 a および光ファイバ搭載部 1 b が形成された PLC チップ 1 と、PLC チップ 1 の発光素子搭載部 1 a に搭載された LD などの発光素子 2 と、PLC チップ 1 の光ファイバ搭載部 1 b に搭載された、モジュール外へ送信光を導くまたは外部からの受信光をモジュール内へ導く光ファイバ 3 と、PD などの受光素子 8、9 とが基板上に設けられてモジュール外枠 1 7 内に収納された構造になっている。

#### 【 0 0 1 9 】

導波路 4 ～ 7 は、全体で対称 Y 分岐構造の導波路を構成する。すなわち、この対称 Y 分岐導波路は、1 本の単一モード導波路部（導波路 4）、導波路がおおよそ 2 倍に広がるテーパ部（導波路 5）、同一寸法の 2 本の単一モード導波路からなる分岐導波路部（導波路 6、7）からなる。導波路 4 の端部のファイバポート 1 1 と光ファイバ 3 の端面とは光学的に結合されており、ファイバポート 1 1 と光ファイバ 3 のそれぞれのスポットサイズはほぼ同じになっている。

#### 【 0 0 2 0 】

導波路 6 の端部にはスポットサイズ変換部 1 2 が設けられている。図 2 は、スポットサイズ変換部 1 2 の拡大斜視図である。図 2 に示す例では、導波路 6 は光導波路コア 5 1 がクラッド層 5 0 で囲まれた構造を有し、光導波路コア 5 1 の端

部がスポットサイズ変換部 1 2 となっている。このスポットサイズ変換部 1 2 は、コアの厚さおよび幅がコア端面側ほど小さくなるように徐々に縮小された構造になっている。このスポットサイズ変換部 1 2 の端面は、発光素子 7 の発光面に面しており、発光素子 7 の発光面から出射した光が、所定のスポットサイズでスポットサイズ変換部 1 2 の端面に入射する。

#### 【 0 0 2 1 】

上記のスポットサイズ変換部 1 2 は、導波路 6 を導波する光のスポットサイズを絞るもので、これにより、導波路 6 を導波する光のスポットサイズを発光素子 2 のスポットサイズ（発せられたビームのスポットサイズ）に近づけることができる。導波路 6 を導波する光のスポットサイズと発光素子 2 のスポットサイズとを一致させることで、結合効率を高めることができる。

#### 【 0 0 2 2 】

導波路 7 の端部には、スポットサイズ変換部 1 3 が設けられている。図 3 はスポットサイズ変換部 1 3 の拡大斜視図である。図 3 に示す例では、導波路 7 は光導波路コア 6 1 がクラッド層 6 0 で囲まれた構造を有し、光導波路コア 6 1 の端部がスポットサイズ変換部 1 3 となっている。このスポットサイズ変換部 1 3 は、コアの厚さおよび幅がコア端面側ほど大きくなるように徐々に拡大された構造になっている。このスポットサイズ変換部 1 3 の端面は受光素子 9 の受光面に面しており、その端面から出射した光が、所定のスポットサイズで受光素子 9 の受光面に入射する。

#### 【 0 0 2 3 】

上記のスポットサイズ変換部 1 3 は、導波路 7 を導波する光のスポットサイズを拡大するもので、これにより、導波路 7 から出射される光の広がり角を小さくすることができ、導波路 7 から出射される光を受光素子 9 の受光面に効率良く入射させることが可能となる。

#### 【 0 0 2 4 】

発光素子 7 としては、半導体レーザであるファブリーペローレーザ（FP-LD）や分布帰還型レーザ（DFB-LD）などを用いることができる。受光素子 8 は送信モニタ用の PD などの受光素子であって、その受光面が発光素子 2 の他方の発光面

(裏面)に面するように設けられている。

【0025】

導波路4のファイバポート11と光ファイバ3との結合部分には、結合効率を高めるとともに、端面での反射を低減するために、屈折率整合用樹脂14が充填されている。同様に、導波路6の発光素子2側のポート部分(スポットサイズ変換部12を含む)と発光素子2との結合部分、および発光素子2と受光素子8との結合部分には屈折率整合用樹脂15が充填され、導波路7の受光素子9側のポート部分(スポットサイズ変換部13を含む)と受光素子9との結合部分には屈折率整合用樹脂16が充填されている。屈折率整合用樹脂14～16はいずれも、導波路と同程度の屈折率を持つ。

【0026】

スポットサイズ変換部12、13以外の部分の光導波路コアサイズは、光ファイバ3との間で最適な光結合が得られるようなサイズ(光導波路のファイバポート側のスポットサイズ=光ファイバのスポットサイズ)になっている。光ファイバ3としては、シングルモードファイバ(SMF)、マルチモードファイバ(MMF)のいずれを用いてもよい。

【0027】

次に、本形態の光送受信モジュールの動作について具体的に説明する。

【0028】

まず、送信動作(発光素子-光導波路結合)について説明する。発光素子(LD)2の前面から出射された送信光は、屈折率整合樹脂15を介して、LDポート部のスポットサイズ変換部12の端面に入射する。本形態では、スポットサイズ変換部12を設けたことによって、導波路6を導波する光のスポットサイズと発光素子2のスポットサイズとがほぼ同じ大きさになっており、発光素子2から発せられた送信光は、効率良く導波路6内へ入射する。また、本形態では、光導波路6のスポットサイズと光ファイバ3のスポットサイズとが同じサイズであることから、送信光のスポットサイズは、スポットサイズ変換部12を通過することで、発光素子2と光導波路6とが高効率な結合をするスポットサイズから光ファイバ3のスポットサイズに拡大される。導波路6内に入射した送信光は、導波

路 5、4 を順次伝播し、ファイバポート 11 から光ファイバ 3 に効率良く入射する。この入射した送信光は、モジュール外の伝送路へ光ファイバ 3 によって導かれる。

#### 【0029】

他方、発光素子 2 の裏面から出射されたモニタ光は、受光素子 8 で受光され、電気信号に変換される。この受光素子 8 の出力信号にもとづいて、送信状態を監視することができる。

#### 【0030】

続いて、受信動作（受光素子－光導波路結合）について説明する。外部の伝送路から光ファイバ 3 を介して入射した受信光は、ファイバポート 11 から導波路 4 に効率良く入射し、導波路 5、7 を順次伝播して PD ポート側のスポットサイズ変換部 13 に進む。本形態では、スポットサイズ変換部 13 によって導波路 7 を導波する光のスポットサイズが大きくなっているため、導波路 7 からスポットサイズ変換部 13 を介して出射される受信光は、小さな広がり角で効率良く受光素子（PD）9 の受光面に入射し、電気信号に変換される。

#### 【0031】

次に、本実施形態の光送受信モジュールの各結合部の具体的な効果について説明する。

#### 【0032】

##### （1）発光素子（LD）と光導波路の結合部：

図 4 に、LD ポート光導波路端のスポットサイズに対する LD－光導波路結合損失の関係を示す。図 4 中、実線（①）は光結合部に屈折率整合樹脂が充填されている場合、破線（②）は屈折率整合樹脂 15 が充填されていない場合をそれぞれ示す。この図 4 に示す例では、LD ポート光導波路端のスポットサイズを、ファイバポートのスポットサイズである  $w_f$  からその  $2/5$  倍程度のスポットサイズ  $w_{ld}$  に絞る（LD のスポットサイズに近づける）ことで、光結合損失は、屈折率整合樹脂が無い場合で 4 dB 程改善され、屈折率整合樹脂がある場合では、さらに 1 dB 改善されている。このように、本形態の光送受信モジュールによれば、スポットサイズ変換部 12 により光結合損失の低減を図ることができる

もに、屈折率整合樹脂 1 5 によっても光結合損失の低減を図ることができる。

### 【 0 0 3 3 】

(2) 受光素子 (PD) と光導波路との結合部 :

(2-a) 実装トレランスの拡大 :

図 5 に、光導波路コアと PD 受光面のずれ量  $\Delta X$  に対する PD-光導波路結合損失の関係を示す。図 5 中、実線 (①) は光導波路コアのスポットサイズが  $w_f$  で、屈折率整合樹脂が充填されていない場合、一点鎖線 (②) は光導波路コアのスポットサイズが  $w_{pd}$  で、屈折率整合樹脂が充填されていない場合、破線 (③) は光導波路コアのスポットサイズが  $w_{pd}$  で、屈折率整合樹脂が充填されている場合をそれぞれ示す。ここで、ずれ量  $\Delta X$  は、具体的には、図 6 に示すような、PD 4 1 の受光面 4 1 a の中心と導波路 4 0 のコアの中心とのずれである。また、スポットサイズ  $w_f$  はファイバポートのスポットサイズで、スポットサイズ  $w_{pd}$  はスポットサイズ  $w_f$  の 2 倍程度のサイズである。

### 【 0 0 3 4 】

図 5 に示す例では、PD ポート光導波路端のスポットサイズを  $w_f$  から  $w_{pd}$  に拡大することで、屈折率整合樹脂が無い場合は、光結合損失 0. 3 dB で、実装トレランス (許容度) を  $12 \mu m$  拡大することができ、屈折率整合樹脂 1 6 が有る場合には、さらに実装トレランスを  $3 \mu m$  拡大することができる。このように、本形態の光送受信モジュールによれば、スポットサイズ変換部 1 3 によって受光素子 9 と導波路 7 との間の光結合損失を低く抑えけるとともに実装トレランスの拡大を図ることができ、さらに屈折率整合樹脂 1 6 によって実装トレランスをさらに拡大することができる。

### 【 0 0 3 5 】

(2-b) 受光素子 (PD) の受光径の小型化 :

図 7 に、PD ポート光導波路端のスポットサイズに対する PD-光導波路結合損失の関係を示す。図 7 中、破線 (①) は PD 受光径  $\phi$  の場合、実線 (②) は PD 受光径  $\phi/2$  の場合をそれぞれ示す。PD 受光径  $\phi$  は PD の受光可能な光の最大径を意味しており、ここでは、この受光径で PD 受光面の大きさを表わしている。また、スポットサイズ  $w_f$  はファイバポートのスポットサイズで、スポット

サイズ  $w_p d$  はスポットサイズ  $w_f$  の 2 倍程度のサイズである。

【0036】

図7から分かるように、スポットサイズが  $w_f$  の場合、PD 受光径  $\phi$  での PD-光導波路結合損失はほぼ 0 dB であるが、PD 受光径を  $\phi$  から  $\phi/2$  に縮小すると、PD-光導波路結合損失は 1 dB 以上となって、結合効率が低下する。一方、スポットサイズが  $w_p d$  の場合は、PD 受光径が  $\phi$  から  $\phi/2$  に縮小されてもその PD-光導波路結合損失はほぼ 0 dB である。このことから、スポットサイズを  $w_f$  から  $w_p d$  に拡大することで、PD 受光径を  $\phi$  から  $\phi/2$  にすることができ、受光面を小さくすることができる。

【0037】

上記のことから、本形態の光送受信モジュールでは、スポットサイズ変換部 13 によるスポットサイズの拡大により、受光素子 9 の小型化、低コスト化を図ることができる。

【0038】

(2-c) 受光素子 (PD) の高速応答化：

上記 (2-b) で述べたとおり、PD ポート端スポットサイズ拡大により、受光素子 9 の PD 受光径を小さくことができ、これにより、PD 端子間の容量を低減することが可能となる。PD 端子間の容量が小さくなると、受光素子 9 の高速応答化が可能となる。

【0039】

(3) 光ファイバー光導波路結合：

図8に、ファイバポート光導波路端のスポットサイズに対する光ファイバー光導波路結合損失の関係を示す。この図8に示す例では、光導波路を導波する光のスポットサイズが、光ファイバのスポットサイズである  $w_f$  のときに光ファイバー光導波路結合損失が 0 dB となる。スポットサイズが  $w_f$  以外のところでは、結合損失は増加する。特に、スポットサイズを  $w_f$  より小さくした場合は、結合損失は急激に増加する。本形態では、導波路 4 のファイバポート側のスポットサイズは光ファイバのスポットサイズと一致するように構成されているので、これにより、光ファイバ 3 と導波路 4 の間の高効率な結合が達成される。

## 【 0 0 4 0 】

## (実施形態 2)

図 9 は、本発明の第 2 の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。この光送受信モジュールは、前述の第 1 の実施形態のものの光能動素子、光導波路の配置を替え、WDM（波長分割多重：Wavelength Division Multiplex）フィルタ 3 1 を設けて波長分割多重構造にしたものである。前述の第 1 の実施形態で説明したスポットサイズ変換にともなう効果は本形態のものにおいても同様に得られるが、ここでは、説明を簡略化するために、便宜上、その説明は省略し、第 1 の実施形態とは異なる部分についてのみ説明する。

## 【 0 0 4 1 】

モジュール外枠 3 7 内には、導波路 2 4 ～ 2 7、発光素子搭載部 2 1 a および光ファイバ搭載部 2 1 b が形成された PLC チップ 2 1 と、PLC チップ 2 1 の発光素子搭載部 2 1 a に搭載された LD などの発光素子 2 2 と、PLC チップ 2 1 の光ファイバ搭載部 2 1 b に搭載された、モジュール外へ送信光を導くまたは外部からの受信光をモジュール内へ導く光ファイバ 2 3 と、PD などの受光素子 2 8、2 9 とが基板上に設けられてモジュール外枠 3 7 内に収納されている。導波路 2 4 のファイバポートと光ファイバ 2 3 との結合部分には屈折率整合用樹脂 3 4 が充填され、導波路 2 6 の発光素子 2 2 側の端部のスポットサイズ変換部 3 2 と発光素子 2 2 との結合部分、および発光素子 2 2 と受光素子 2 8 との結合部分には屈折率整合用樹脂 3 5 が充填され、導波路 2 7 の受光素子 2 9 側の端部のスポットサイズ変換部 3 3 と受光素子 2 9 との結合部分には屈折率整合用樹脂 3 6 が充填されている。これら各構成部は、配置が異なるだけで、基本的には前述の第 1 の実施形態のものと同様のもの構成のものである。

## 【 0 0 4 2 】

導波路 2 4 と導波路 2 5 との間には WDM フィルタ 3 1 が設けられている。この WDM フィルタ 3 1 は、波長選択性フィルタであって、所定の波長域の光のみを透過し、それ以外の波長域の光は反射するような特性を持つ。本形態では、発光素子 2 2 から発せられる光（送信光）の波長を WDM フィルタ 3 1 で反射されるような波長とし、光ファイバ 2 3 を介して受信される光（受信光）の波長を W

DMフィルタ 3 1 を透過するような波長として、以下のような通信動作が行われる。

【 0 0 4 3 】

発光素子 2 2 から発せられた送信光は、スポットサイズ変換 3 2 から入射して、導波路 2 6、2 5 を順次伝播して WDM フィルタ 3 1 に到達する。WDM フィルタ 3 1 に到達した送信光は、WDM フィルタ 3 1 で反射され、導波路 2 7 を伝播して光ファイバ 2 3 に入射する。この入射した送信光は、モジュール外の伝送路へ光ファイバ 3 によって導かれる。

【 0 0 4 4 】

一方、光ファイバ 3 を介して受信された受信光は、導波路 2 7 の端面から入射し、導波路 2 7 内を伝播して WDM フィルタ 3 1 に到達する。WDM フィルタ 3 1 に到達した受信光は、WDM フィルタ 3 1 を透過し、導波路 2 4 を伝播し、スポットサイズ変換 3 3 を介して受光素子 2 9 の受光面に入射する。

【 0 0 4 5 】

以上説明した各実施形態では、光結合部に屈折率整合樹脂が充填されているが、この屈折率整合樹脂はなくてもよい。

【 0 0 4 6 】

また、スポットサイズ変換部は、図 2 および図 3 に示したように、コアの幅および厚さを変化させた構造になっているが、本発明は、これに限定されるものではなく、スポットサイズを変換できる構造であればどのような構造のものであってもよい。例えば、導波路のコアの幅あるいは厚さだけを変えたものであってもよい。また、このようなスポットサイズ変換部は、導波路構造であるため、光導波路と一緒に作り込むことが可能である。

【 0 0 4 7 】

さらに、光導波路の LD ポート、PD ポートだけスポットサイズ変換部を設けているが、ファイバポートにも同様なスポットサイズ変換部を設けてもよい。この場合は、光導波路と光ファイバとのスポットサイズが異なってもよいこととなり、設計上の自由度が向上する。

【 0 0 4 8 】



また、上述の第1および第2の実施形態のものは、光送受信モジュールであったが、送信部分と受信部分とを別々にすることで、光送信モジュール、光受信モジュールを構成することができる。

【0049】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光導波路の端部に導波路構造のスポットサイズ変換部を設けるといった簡単な手法で、発光素子（LD）や受光素子（PD）などの光能動素子と光導波路との間および光ファイバと導波路との間の高効率な結合を達成することができる、という効果を有する。

【0050】

さらには、このスポットサイズ変換部は、導波路構造であり、光導波路と一緒に作り込むことができるので、従来の微小光学系を用いるものと比べて、作製工程数が少なく、低コストである、という効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。

【図2】

図1に示す、発光素子側のスポットサイズ変換部の拡大斜視図である。

【図3】

図1に示す、受光素子側のスポットサイズ変換部の拡大斜視図である。

【図4】

LDポート光導波路端のスポットサイズに対するLD-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図5】

光導波路コアとPD受光面のずれ量 $\Delta X$ に対するPD-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図6】

受光面の中心と導波路のコアの中心とのずれを示す模式図である。

【図 7】

P D ポート光導波路端のスポットサイズに対する P D - 光導波路結合損失の関  
係を示す特性図である。

【図 8】

ファイバポート光導波路端のスポットサイズに対する光ファイバ - 光導波路結  
合損失の関係を示す特性図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図で  
ある。

【図 1 0】

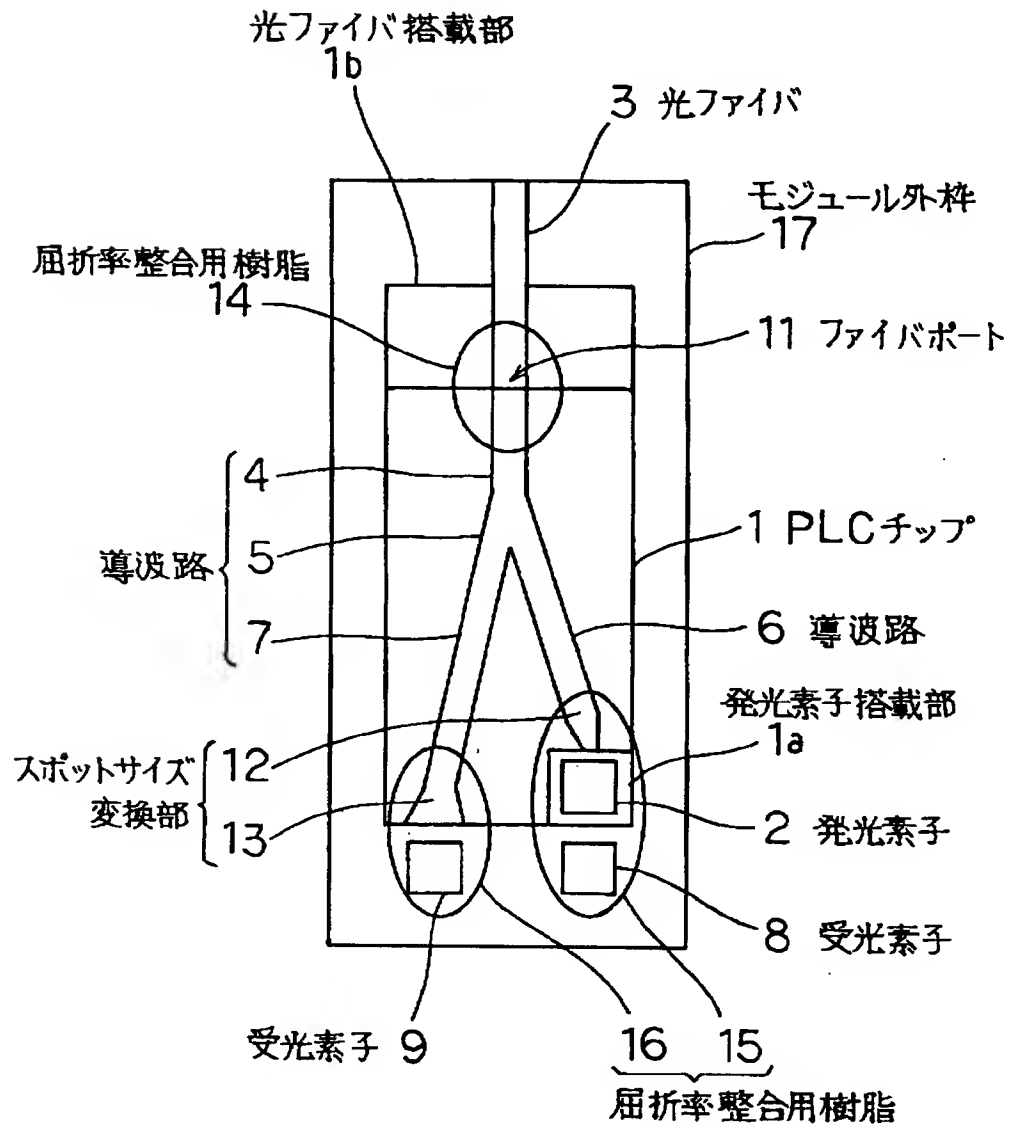
従来の光モジュールの概略構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

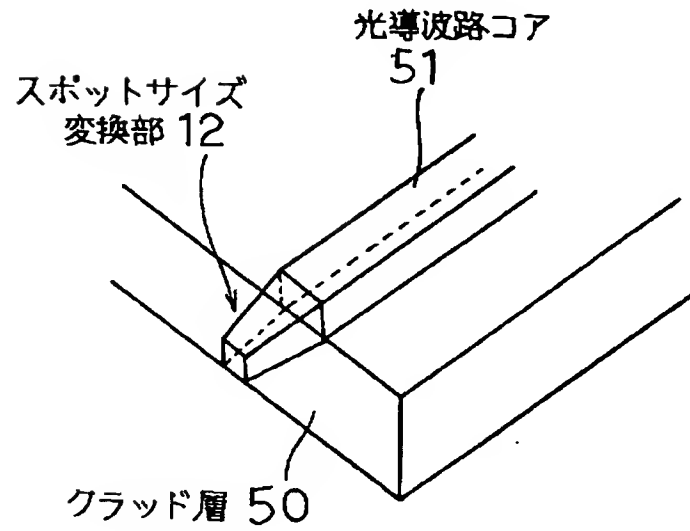
- 1、2 1    P L C チップ
- 1 a、2 1 a    発光素子搭載部
- 1 b、2 1 b    光ファイバ搭載部
- 2、2 2    発光素子
- 3、2 3    光ファイバ
- 4 ~ 7、4 0、2 4 ~ 2 7    導波路
- 8、9、2 8、2 9    受光素子
- 1 1    ファイバポート
- 1 2、1 3、3 2、3 3    スポットサイズ変換部
- 1 4 ~ 1 6、3 4 ~ 3 6    屈折率整合用樹脂
- 1 7、3 7    モジュール外枠
- 3 1    WDM フィルタ
- 4 1    P D
- 4 1 a    受光面
- 5 0、6 0    クラッド層
- 5 1、6 1    光導波路コア

【書類名】 図面

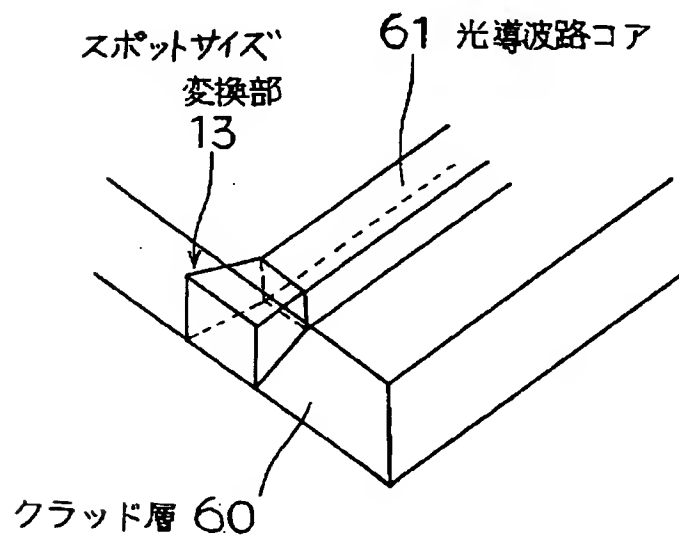
【図1】



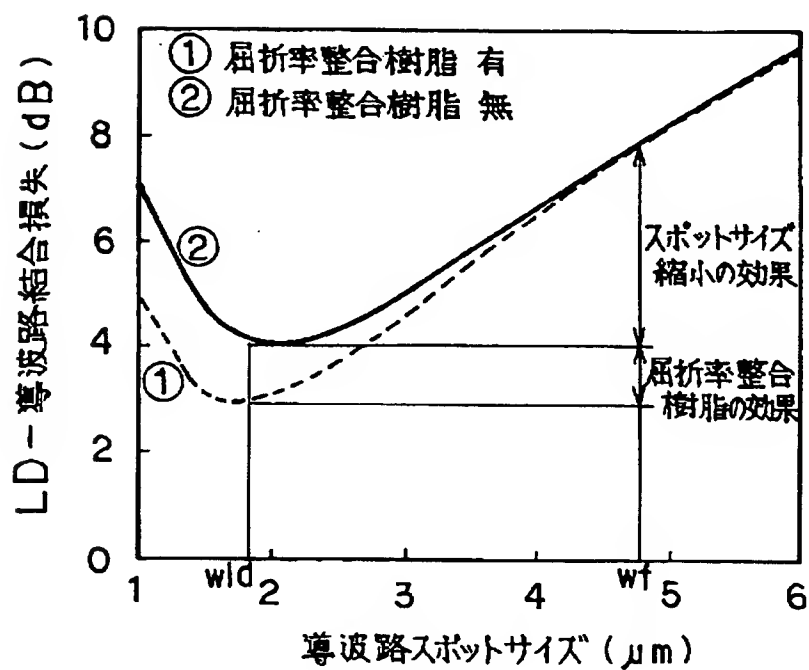
【図2】



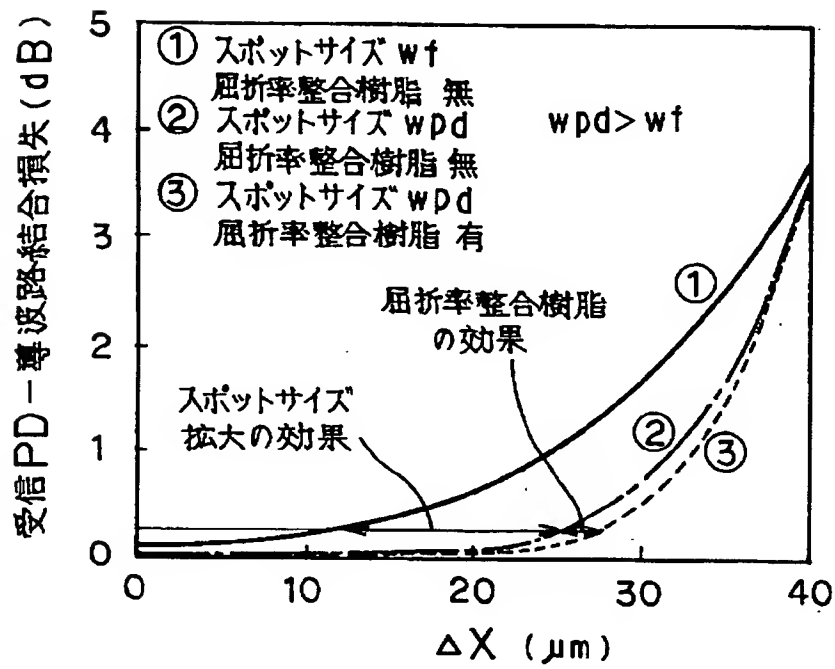
【図3】



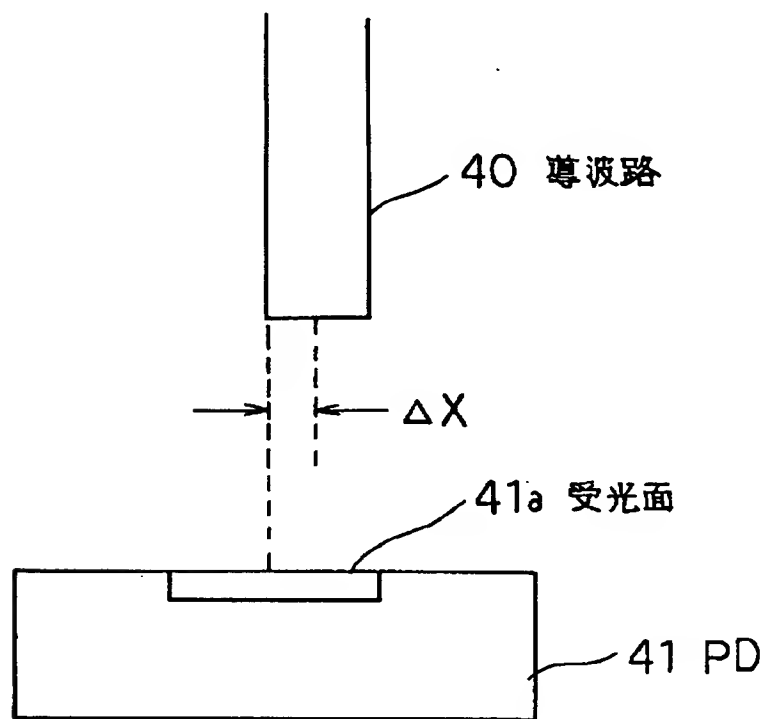
【図4】



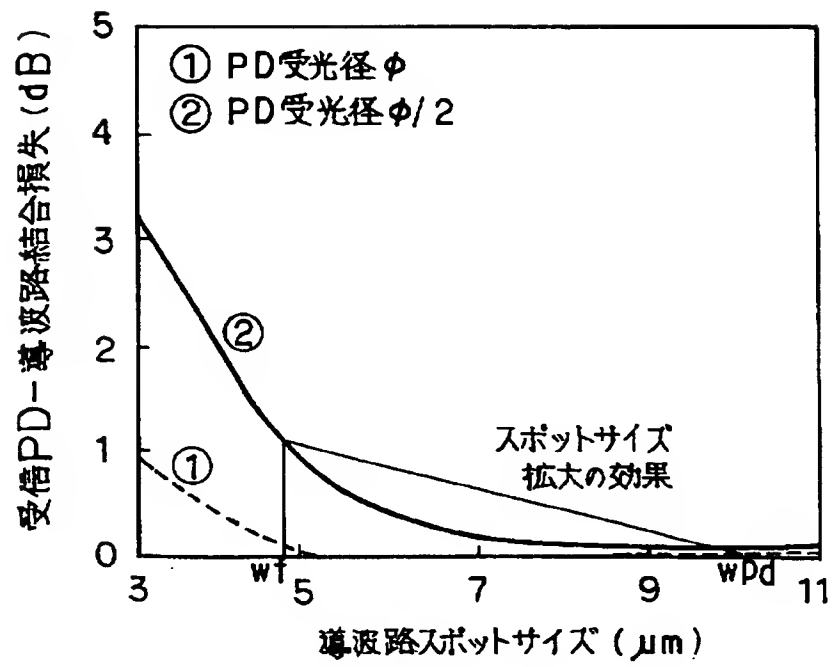
【図 5】



【図 6】

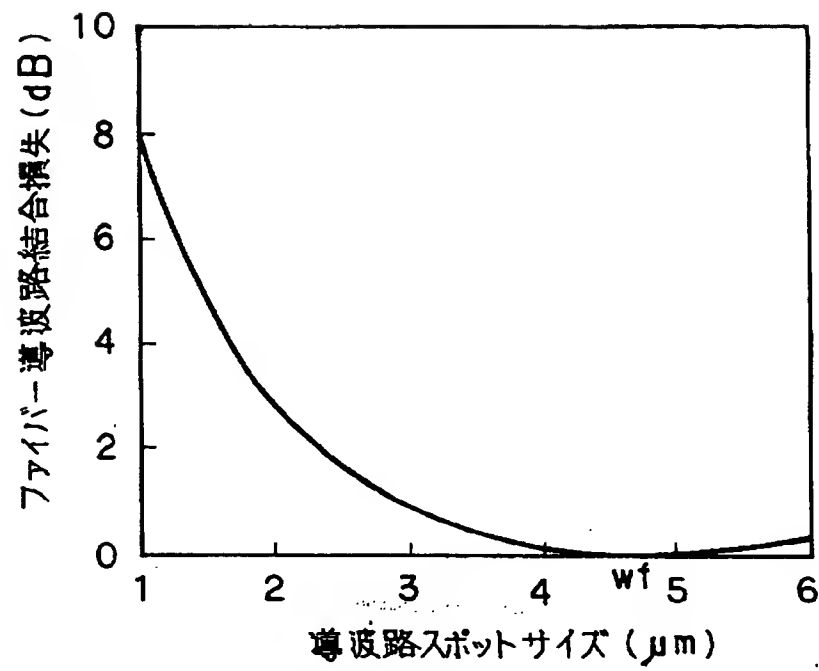


【図7】

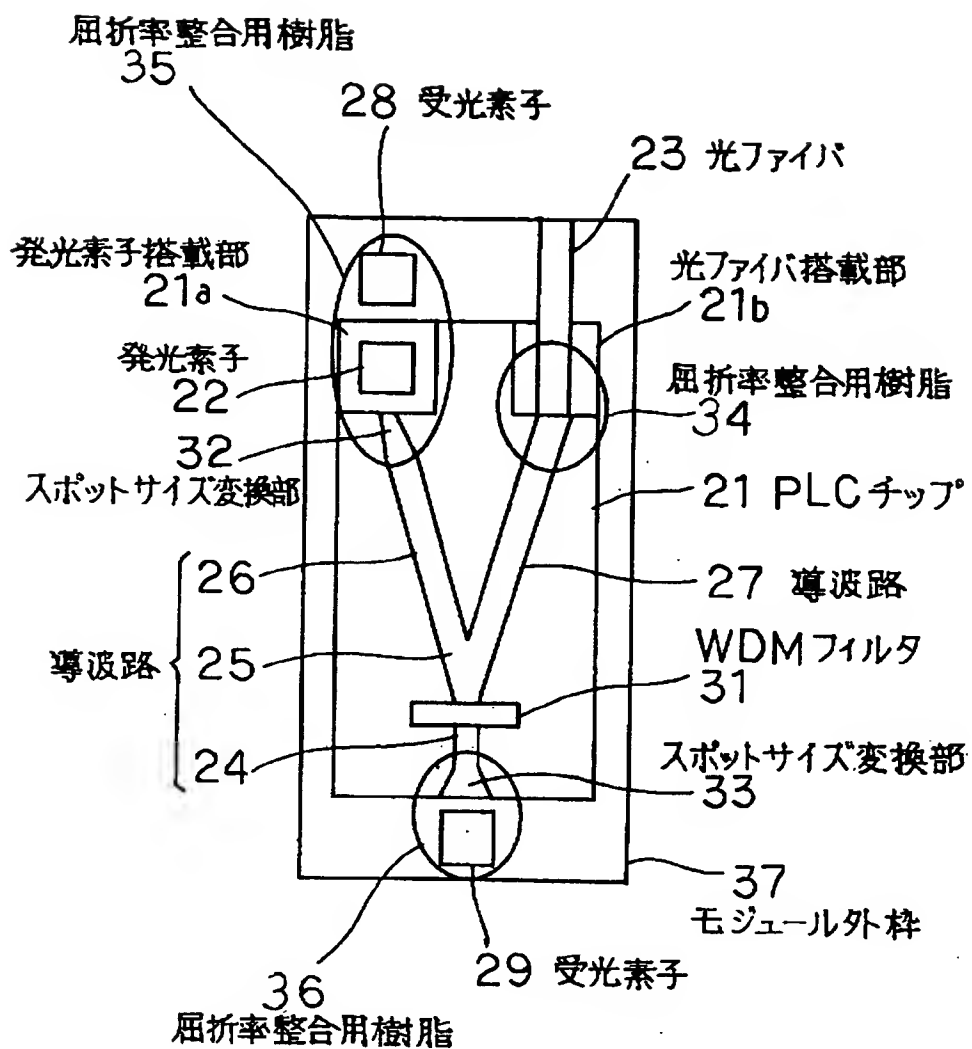




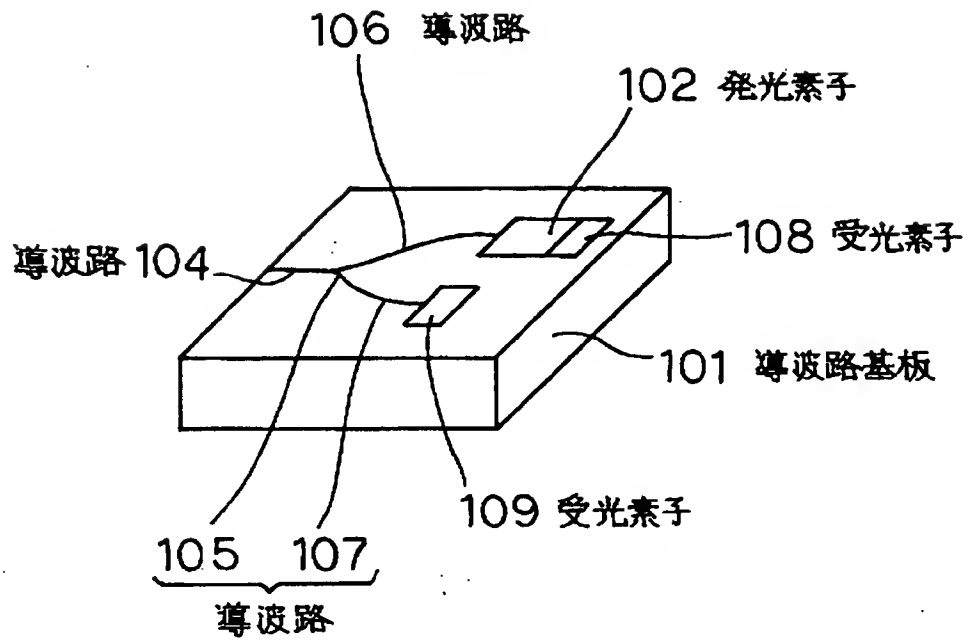
【図 8】



【図9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光能動素子と導波路との高効率な結合を簡単に実現することができる光送受信モジュールを提供することにある。

【解決手段】 導波路 6 の発光素子 2 と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が発光素子 2 側ほど小さくなるように構成されたスポットサイズ変換部 1 2 が設けられ、導波路 7 の受光素子 9 と結合される端部には、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が受光素子 9 側ほど大きくなるように構成されたスポットサイズ変換部 1 3 が設けられている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社